

Efecto de dosis de VIUSID Agro® en el comportamiento morfo-fisiológico y productivo del rábano (*Raphanus sativus* L.)

VIUSID Agro® dose effect on the morpho-physiological and productive behavior of radish (*Raphanus sativus* L.)

Efeito de doses de VIUSID Agro® sobre o comportamento morfo-fisiológico e produtivo de rabanete (*Raphanus sativus* L.)

Kolima Peña Calzada^{1*}, Juan Carlos Rodríguez¹,
Dilier Olivera Vicedo^{1,2}, Alexander Calero Hurtado²,
Jorge Félix Meléndrez¹ y Rodrigo García Valdez¹

¹Universidad de Sancti Spíritus José Martí Pérez. Avenida de los Mártires 360, Sancti Spíritus, Cuba. Correos electrónicos: kolima@uniss.edu.cu, jcarlos@uniss.edu.cu, dilier@uniss.edu.cu, melendrez@uniss.edu.cu, rodrigo@uniss.edu.cu. ²Doctorante en la Universidad Estatal de Sao Paulo, Julio Mesquita Filho (UNESP), Facultad de Agricultura y Ciencias Veterinarias, Jaboticabal, SP- Brasil. Correo electrónico: alexcalero34@gmail.com.

Resumen

Para evaluar el efecto del VIUSID Agro® en el cultivo del rábano se diseñó un experimento en bloques al azar con cinco tratamientos y tres réplicas. Las variantes fueron: dosis 0,2; 0,5; 0,7 y 1,0 L·ha⁻¹ del promotor del crecimiento y un testigo. Dentro de los indicadores evaluados estuvo la biomasa fresca y seca de la planta, así como de sus órganos individualmente. Además, se evaluaron el número de hojas por planta, el diámetro polar y ecuatorial del tallo carnoso, índices de crecimiento fisiológico, así como la eficiencia foliar, productiva y el rendimiento agrícola. Los resultados mostraron un incremento significativo ($P \leq 0,05$) de la biomasa fresca de la planta cuando se usó el VIUSID Agro® y los incrementos respecto al testigo como promedio fueron de 20,65 g. En la biomasa seca, evaluación final todos los tratamientos con VIUSID Agro® difirieron significativamente ($P \leq 0,05$) del testigo y lo superaron como promedio en 1,14

Recibido el 22-02-2018 • Aceptado el 28-05-2018

*Corresponding author. Email: kolima@uniss.edu.cu

g. En la biomasa fresca y seca de los tallos, fue la dosis 0,7 L ha⁻¹ la de mejor comportamiento. La tasa activa de crecimiento fue superior significativamente ($P \leq 0,05$) con la dosis mencionada. La mayor eficiencia productiva fue alcanzada con las variantes 0,7 y 1,0 L ha⁻¹ y el mejor comportamiento en el rendimiento con diferencias significativas ($P \leq 0,05$) del resto de los tratamientos, fue de la dosis 0,7 L ha⁻¹ con 1,30 kg m⁻². En conclusión, el VIUSID Agro® influyó positivamente en los indicadores morfo-fisiológicos y productivos del cultivo de rábano.

Palabras clave: aminoácido, hortalizas, organoponía, promotor del crecimiento, VIUSID Agro®.

Abstract

A randomized block experiment design with five treatments and three replications was used to evaluate the effect of VIUSID Agro® on radish (*Raphanus sativus* L.) cultivation. The variants analyzed were dose 0.2, 0.5, 0.7 and 1.0 L ha⁻¹ of the growth promoter and a control. Among the indicators evaluated were the fresh and dry biomasses of the plant as well as its individual organs. In addition, the number of leaves per plant, the polar and equatorial diameter of the fleshy stem, the physiological growth rates as well as the foliar, productive efficiency and the agricultural yield were evaluated. The results showed a significant increase ($P \leq 0.05$) of the fresh biomass of the plant when the VIUSID Agro® was used and the increments with respect to the control were on average of 20.65 g. In the dry biomass final evaluation, all treatments with VIUSID Agro® differed significantly ($P \leq 0.05$) from the control and exceeded it as an average of 1.14 g. In the fresh and dry biomass of the stems, the 0.7 L ha⁻¹ dose was the best behavior. The active growth rate was significantly higher ($P \leq 0.05$) with the mentioned dose. The highest productive efficiency was achieved with the variants 0.7 and 1.0 L ha⁻¹ and the best behavior in the yield with significant differences ($P \leq 0.05$) of the rest of the treatments was the dose 0.7 L ha⁻¹ with 1.30 kg m⁻². In conclusion, VIUSID Agro® positively influenced the morpho-physiological and productive indicators of radish cultivation.

Key words: amino acid, vegetables, organopony, growth promoter, VIUSID Agro®.

Resumo

Para avaliar o efeito do VIUSID Agro® no cultivo de rabanete, foi desenvolvido um experimento em blocos casualizados com cinco tratamentos e três repetições. As variantes foram: dose 0,2; 0,5; 0,7 e 1,0 L ha⁻¹ do promotor de crescimento e um controle. Entre os indicadores avaliados, destacam-se a biomassa fresca e seca da planta, bem como seus órgãos individuais. Além disso, foram avaliados o número de folhas por planta, o diâmetro polar e equatorial do caule carnoso, as taxas de crescimento fisiológico, a eficiência foliar, produtiva e a produtividade agrícola.

Os resultados mostraram um aumento significativo ($P \leq 0,05$) da biomassa fresca da planta quando o VIUSID Agro® foi utilizado e os incrementos em relação ao controle em média foram de 20,65 g. Na biomassa seca, avaliação final de todos os tratamentos com VIUSID Agro® diferiram significativamente ($P \leq 0,05$) do controle e superaram a média de 1,14 g. Na biomassa fresca e seca das hastes, a dose de 0,7 L·ha⁻¹ foi o melhor comportamento. A taxa de crescimento ativo foi significativamente maior ($P \leq 0,05$) com a dose mencionada. A maior eficiência produtiva foi obtida com as variações de 0,7 e 1,0 L·ha⁻¹ e o melhor desempenho no desempenho com diferenças significativas ($P \leq 0,05$) do restante dos tratamentos, foi a dose 0, 7 L·ha⁻¹ com 1,30 kg·m⁻². Em conclusão, o VIUSID Agro® influenciou positivamente os indicadores morfofisiológicos e produtivos do cultivo de rabanete. **Palavras-chave:** aminoácidos, vegetais, organoponia, promotor de crescimento, VIUSID Agro®.

Introducción

El rábano (*Raphanus sativus* L.) es una planta importante por sus propiedades farmacéuticas y altos contenidos vitamínicos y de minerales (Ramírez y Pérez, 2006). Tiene propiedades medicinales, es un expectorante natural y estimulante del sistema digestivo (Camargo *et al.*, 2007; Oliveira *et al.*, 2014).

Es una hortaliza que puede crecer en espacios limitados, ha ganado espacio entre los agricultores por su rusticidad, resistencia y su ciclo de crecimiento, el cual oscila entre los 25 y 35 días (Filgueira, 2008). Por otra parte, debido a su rápido crecimiento el rábano requiere altos niveles de fertilidad del suelo y demanda grandes cantidades de nutrientes en un corto período de tiempo, lo que podría ser difícilmente corregido dentro del ciclo del cultivo (Coutinho *et al.*, 2010).

En Cuba, este cultivo tiene niveles bajos de producción (ONE, 2016), se realiza a pequeña escala y a nivel de asociaciones con otras hortalizas.

Introduction

Radish (*Raphanus sativus* L.) is an important plant by its pharmaceutical properties and high vitamin and mineral content (Ramírez and Pérez, 2006). It has medicinal properties, it is a natural expectorant and it stimulates the digestive system (Camargo *et al.*, 2007; Oliveira *et al.*, 2014).

It is a vegetable that can grow in limited spaces, the farmers like it because of its rusticity, resistance and its growth cycle, which oscillates from 25 and 35 days (Filgueira, 2008). On the other hand, due to its rapid growth, radish requires high levels of soil fertility and demands large amounts of nutrients in a short period of time, which can be hard corrected within the crop cycle (Coutinho *et al.*, 2010).

In Cuba, this crop has low production levels (ONE, 2016), is cropped on a small scale and with other vegetables. Organoponic yields are normally from 0.5 to 0.8 kg·m⁻² and

Los rendimientos en organopónicos suelen estar entre 0,5 y 0,8 kg m⁻² y la producción no es consecuente con la demanda (Martínez *et al.*, 2013).

En este sentido, es importante buscar opciones para incrementar la producción de hortalizas. En la actualidad una de las variantes a tener en cuenta es el uso de promotores del crecimiento que favorezcan la productividad de los cultivos sin afectar el ambiente (Peña *et al.*, 2016). Una alternativa es utilizar el promotor del crecimiento VIUSID Agro[®] ya que actúa como un biorregulador natural y está compuesto fundamentalmente por aminoácidos, vitaminas y minerales (Catalysis, 2016). Además, como aspecto relevante, todos sus componentes han sido sometidos a un proceso de activación molecular que permite el uso de dosis relativamente bajas con buenos resultados.

Se han realizado evaluaciones del producto en diferentes cultivos, Quintana *et al.* (2015) en pastos, Peña *et al.* (2015a) en *Anthurium andreanum* Lind., Peña *et al.* (2015b) en frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), Peña *et al.* (2016) en tomate (*Solanum lycopersicum* L.) y en maíz (*Zea mays* L.) Atta *et al.* (2017). Dichas evaluaciones, aunque han aportado conocimientos novedosos sobre la utilización del mismo, aún son insuficientes, partiendo de que las réplicas con diferentes especies, variedades y repeticiones en el tiempo, son un requisito en la investigación agropecuaria (Fuentes *et al.*, 1999). Por lo que el objetivo de la investigación fue evaluar el efecto de la aplicación foliar de dosis de VIUSID Agro[®] sobre el comportamiento morfo-fisiológico y productivo del cultivo de rábano.

the production is not consistent with the demand (Martínez *et al.*, 2013).

In this sense, it is important to look for options to increase the production of vegetables. Currently one of the variants to be considered is the use of growth promoters that favor crop productivity without affecting the environment (Peña *et al.*, 2016). An alternative is to use the growth promoter VIUSID Agro[®] as it acts as a natural biorregulator and is composed primarily of amino acids, vitamins and minerals (Catalysis, 2016). In addition, as a relevant aspect, all its components have undergone a process of molecular activation that allows the use of relatively low doses with good results.

Product evaluations have been carried out in different crops, Quintana *et al.* (2015) in grass, Peña *et al.* (2015a) in *Anthurium andreanum* Lind., Peña *et al.* (2015b) in bean (*Phaseolus vulgaris* L.), Peña *et al.* (2016) in tomato (*Solanum lycopersicum* L.), and Atta *et al.* (2017) in maize (*Zea mays* L.). Even though these assessments have provided new knowledge on their use, these are still insufficient, starting from the point of view that the replications with different species, varieties and repetitions over time are a requirement in agricultural research (Fuentes *et al.*, 1999). Therefore, the objective of the research was to evaluate the doses effect of foliar application of VIUSID Agro[®] on the morpho-physiological and productive behavior of radish crop.

Materiales y métodos

La investigación se realizó en el huerto urbano “26 de Julio” del municipio Sancti Spiritus, Cuba, coordenadas (21°55'28,84" N y 79°25'39,76" O). La variedad que se utilizó fue la Scarle Globe, procedente de la Empresa Provincial de Semilla Sancti Spiritus, con un 96% de germinación. Las variables climáticas fueron registradas por la Estación Provincial de Sancti Spiritus, la temperatura media diaria fue de 22,85 °C, la humedad relativa media diaria 73,25% y la precipitación pluvial acumulada de 8,98 mm. La fecha de siembra fue el 27 de enero de 2017 y se cosechó el 28 de febrero de este mismo año. Para la preparación del sustrato, el riego, labores agrotécnicas y el control de plagas y enfermedades se siguieron las normas establecidas en el manual técnico para organopónicos, huertos intensivos y organoponía semiprotegida (Rodríguez *et al.*, 2007).

El diseño experimental fue bloques completos al azar con cinco tratamientos y tres réplicas. El área de la parcela fue de 5 m² mientras que la parcela útil fue de 2,40 m². El marco de siembra fue de 0,10 x 0,05 m y se seleccionaron 10 plantas por parcela al azar para un total de 30 plantas evaluadas por tratamiento. Las aplicaciones se realizaron en horas de la mañana con un intervalo de siete días y se usó un aspersor manual de espalda de 16 L de capacidad.

Para el establecimiento de los tratamientos se tuvo en cuenta las recomendaciones del fabricante

Materials and methods

The research was carried out in the urban Orchard “26 de Julio”, municipality Sancti Spiritus, Cuba, coordinates (21°55'28.84" N and 79°25'39.76" W). The variety used was the Scarle Globe, from the Seed Company Sancti Spiritus, with 96% of germination. The climatic variables were registered by the Provincial station of Sancti Spiritus, the average daily temperature was 22.85 °C, the average relative daily humidity 73.25% and the accumulated rainfall 8.98 mm. The sowing date was on January 27, 2017 and was harvested on February 28, 2017. The standards norms established in the technical manual for urban-gardens, intensive orchards and semi-protected urban ecological gardens (Rodríguez *et al.*, 2007) were used for the preparation of the substrate, irrigation, agro-technique works and pest and disease control.

A randomized block experiment design with five treatments and three replications was used. The plot area was 5 m² while the useful plot was 2.40 m². The sowing area was 0.10 x 0.05 m and 10 plants were selected per plot at random for a total of 30 plants evaluated per treatment. Applications were performed in the morning at a seven-day interval and a 16-litre manual sprinkler was used.

The recommendations of the manufacturer were taken into account (Catalysis, 2016) for the establishment of the treatments. These were four doses 0.2, 0.5, 0.7 and 1.0 L·ha⁻¹ of VIUSID Agro[®] and a non-application

(Catalysis, 2016). Estos fueron cuatro dosis 0,2; 0,5; 0,7 y 1,0 L · ha⁻¹ de VIUSID Agro[®] y un testigo sin aplicación. La composición declarada de VIUSID Agro[®], se observa en el cuadro 1.

control. The declared composition of VIUSID Agro[®] is shown in table 1.

The indicators were evaluated in two moments during the crop cycle at 15 days after the sowing and in

Cuadro 1. Composición del promotor del crecimiento VIUSID Agro[®].
Table 1. Composition of the growth promoter VIUSID Agro[®].

Composición	g · 100 mL ⁻¹	Composición	g · 100 mL ⁻¹
Fosfato potásico	5	Pantotenato cálcico	0,115
Ácido málico	4,6	Piridoxal	0,225
Glucosamina	4,6	Ácido fólico	0,05
Arginina	4,15	Cianocobalamina	0,0005
Glicina	2,35	Glicirricinato monoamónico	0,23
Ácido ascórbico	1,15	Benzoato sódico	0,2
Sulfato de zinc	0,115	Sorbato potásico	0,2
Agua destilada c.s.p	100 mL		

Todos estos compuestos fueron sometidos a un proceso de activación molecular.

Los indicadores se evaluaron en dos momentos durante el ciclo del cultivo a los 15 después de la siembra y en cosecha 30 días después de la siembra (dds). Las variables fueron: biomasa fresca y seca de la planta (g), número de hojas por planta, diámetro ecuatorial del tallo (cm), diámetro polar del tallo (cm), biomasa fresca del tallo (g), biomasa seca del tallo (g), distribución de la biomasa seca (%), rendimiento agrícola kg · m⁻² y los índices de crecimiento fisiológicos (cuadro 2).

El largo y ancho de las hojas se determinó con una regla graduada. Para la biomasa seca se usó la estufa (MJW WS 100) a 75 °C hasta biomasa constante y luego se determinó la misma con una balanza digital Sartorius, de precisión de ± 0,01 g.

harvest 30 days after sowing (dds). The variables were: fresh and dry biomass of the plant (g), number of leaves per plant, equatorial stem diameter (cm), stem polar diameter (cm), fresh stem biomass (g), dry stem biomass (g), dry biomass distribution (%), agricultural yield Kg · m⁻² and physiological growth rates (table 2).

The length and width of leaves were determined with a graduated ruler. For the dry biomass, the stove (MJW WS 100) was used at 75 °C up to constant biomass, and then it was determined with a Sartorius digital scale of ± 0.01 g.

For the equatorial and polar diameter of the stem, a vernier caliper was used and the value of all selected plants was recorded. The instrument was placed in the most widened area

**Cuadro 2. Índices de crecimiento fisiológico (Gardner *et al.*, 2003).
Table 2. Physiological growth rates (Gardner *et al.*, 2003).**

Índice de crecimiento	Fórmula	Unidades
Tasa absoluta de crecimiento	$TCA = (BS2 - BS1) \times (T2 - T1)^{-1}$	g día ⁻¹
Área foliar	$AF = (l \times a) \times f$	cm ²
Tasa de asimilación neta	$TAN^* = 2(BS2 - BS1) \times [(AF2 + AF1) (T2 - T1)]^{-1}$	g cm ⁻² día ⁻¹
Tasa de crecimiento relativo	$TCR = 2(BS2 - BS1) \times [(BS2 + BS1) (T2 - T1)]^{-1}$	g g ⁻¹ día ⁻¹
Razón del área foliar	$RAF = (AF1.BS1^{-1} + AF2.BS2^{-1}).2^{-1}$	cm ² g ⁻¹
Índice de eficiencia foliar	$IEF = BS \text{ comercial}.AF^{-1}$	
Índice de cosecha	$IK = BS \text{ comercial}.BS \text{ total}^{-1}$	

T= tiempo, BS= biomasa seca, TAN*= se usó la fórmula, porque α osciló entre 1,5 y 2,5.

Para el diámetro ecuatorial y polar del tallo se usó un calibrador vernier (pie de rey) y se registró el valor de todas las plantas seleccionadas. Se tuvo en cuenta colocar el instrumento en la zona más ensanchada del tallo y así se realizó de forma homogénea en todas las muestras.

La biomasa fresca del tallo y de la planta se determinó con una balanza digital Sartorius (modelo BS 124S) con precisión de $\pm 0,01$ g. Igualmente se realizó en el momento de la cosecha y a todas las plantas seleccionadas en la superficie de cálculo.

Para la distribución de la biomasa seca se usó el método establecido por Gardner *et al.* (2003). Se calculó la proporción de lo producido que se utilizó en formar la parte comercial y/o estructural, se usaron los valores de la biomasa seca de la planta y de sus órganos para establecer las proporciones.

Para la cosecha se tuvo en cuenta que todos los tratamientos estuvieran

of the stem and the measure was made homogeneously in all samples.

The fresh biomass of the stem and plant was determined with a Sartorius digital scale (model BS 124S) with an accuracy of ± 0.01 g. It was also performed at harvest time and to all selected plants on the calculation surface.

For the distribution of dry biomass, the method established by Gardner *et al.* (2003) was used. The proportion of the produced that was used to form the commercial and/or structural part was calculated, the values of the dry biomass of the plant and its organs were used to establish the proportions.

For the harvest, all the treatments within the established range were taken into account, as well as the equatorial diameter of the stem higher than 2.4 cm (Huerres and Caraballo, 1996). For calculating the yield, the indirect method was used (Fuentes *et al.*, 1999). Growth rates were determined by the procedure indicated in table 2.

dentro del rango establecido, diámetro ecuatorial del tallo superior a 2,4 cm (Huerres y Caraballo, 1996). Para el cálculo del rendimiento se usó el método indirecto según Fuentes *et al.* (1999). Los índices de crecimiento se determinaron mediante el procedimiento indicado en el cuadro 2.

Para el cálculo del área foliar se usó el método dimensional según se describe a continuación.

$$AF = l \times a \times f$$

AF= área foliar

l = largo de la hoja

a = ancho de la hoja

f = factor

$$f = Ah(l \times a)^{-1}$$

f= factor

Ah= área de la hoja

l = largo de la hoja

a = ancho de la hoja

$$Ah = (Ar \times Bcl) Brc^{-1}$$

Ah= área del limbo

Ar= área del rectángulo de papel

Bcl= biomasa del contorno del limbo

Brc= biomasa del rectángulo

Para el análisis de los resultados se utilizó el paquete estadístico SPSS versión 15.0 para Windows (2006) y el software MINITAB 14.12.0. (2003). Se comprobó la distribución normal de los datos mediante el test de Kolmogorov-

For calculating the foliar area, the dimensional method was used as described below.

$$AF = l \times a \times f$$

FA= foliar area

l = length of the leaf

w= width of the leaf

f = factor

$$f = Al(l \times w)^{-1}$$

f= factor

Al= area of the leaf

l = length of the leaf

w= width of the leaf

$$Ah = (Ar \times Cbl) Rb^{-1}$$

Al= limb area

Ar= rectangle area of the leaf

Cbl= contour biomass of the limb

Rb= rectangle biomass

For analyzing the results the statistical package SPSS version 15.0 for Windows (2006) and the software MINITAB 14.12.0. (2003) were used. The normal distribution of the data was verified using Kolmogorov-Smirnov test for the goodness of fit, and Levene test was applied to evaluate the homogeneity of the variance. When there was normality and homogeneity, a simple classification variance analysis (ANOVA) and the Tukey multiple range test were performed when $P \leq 0.05$. Kruskal-

Smirnov para la bondad de ajuste y se aplicó la prueba Décima de Levene para evaluar la homogeneidad de la varianza. Cuando existía normalidad y homogeneidad se realizó un análisis de varianza de clasificación simple (ANOVA) y la prueba de rangos múltiples de Tukey cuando $P \leq 0,05$. La prueba de Kruskal-Wallis y prueba U de Mann-Whitney se aplicó cuando no existió distribución normal de los datos. Para la distribución de la biomasa seca se realizó la prueba de hipótesis para proporciones.

Resultados y discusión

El efecto de los tratamientos en la biomasa fresca de la planta se observa en el cuadro 3. A los 15 días posteriores a la siembra el mejor comportamiento fue de los tratamientos donde se realizó la aplicación foliar de las dosis 0,7 y 1,0 L ha⁻¹. Estos difirieron significativamente ($P \leq 0,05$) del resto de las variantes y superaron al testigo en 0,61 y 0,85 g, lo que significó un incremento del 34,08 y 47,49%, respectivamente. Los tratamientos 0,2 y 0,5 L ha⁻¹ también difirieron significativamente ($P \leq 0,05$) del testigo y lo superaron en un 10,05 y 20,67%.

A los 30 dds la tendencia fue similar a la ocurrida durante la primera toma de datos. Todos los tratamientos con el producto superaron al testigo significativamente ($P \leq 0,05$). El mejor comportamiento fue alcanzado por los tratamientos 0,5; 0,7 y 1,0 L ha⁻¹ con incrementos respecto al no tratado (por el orden ascendente en que aparecen en el cuadro 3 de 24,0; 29,22

Wallis test and Mann-Whitney U test were applied when no normal data distribution existed. For the dry biomass distribution, the hypothesis test was performed for proportions.

Results and discussion

The treatment effect on the plant's fresh biomass is shown in table 3. Fifteen days after sowing, the best behavior was observed on the treatments where the foliar application of doses 0.7 and 1.0 L ha⁻¹ was performed. These differed significantly ($P \leq 0.05$) from the rest of the variants and exceeded the control in 0.61 and 0.85 g, which meant an increase of 34.08 and 47.49%, respectively. Treatments 0.2 and 0.5 L ha⁻¹ also differed significantly ($P \leq 0.05$) from the control and exceeded it in 10.05 and 20.67%.

At 30 days the trend was similar to the one that occurred during the first data collection. All treatments with the product exceeded the control significantly ($P \leq 0.05$). The best behavior was achieved by variants 0.5, 0.7 and 1.0 L ha⁻¹ with increments compared to the untreated (by the ascending order in which they appear in table 3 of 24.0; 29.22 and 21.14 g. The dose 0.2 L ha⁻¹ also exceeded the control significantly ($P \leq 0.05$) at 8.25 g, respectively. The largest dry biomass production at 15 DDS was achieved with foliar application of the doses 0.7 and 1.0 L ha⁻¹ of VIUSID Agro®. The increments of these treatments in relation to the control were 38.46 and 53.85%. Even though the dose 0.2 and 0.5 L ha⁻¹ was more discrete, also

Cuadro 3. Efecto de los tratamientos en la biomasa fresca y seca de las plantas a los 15 y 30 dds.**Table 3. Treatment effect on fresh and dry biomass of plants at 15 and 30 dds.**

Tratamientos (Dosis VIUSID agro [®])	Biomasa fresca (g)		Biomasa seca (g)	
	15 (dds)	30 dds	15 dds	30 dds
Testigo	1,79 c	21,74 c	0,13 c	1,36 d
0,2 L·ha ⁻¹	1,97 b	29,99 b	0,15 b	1,85 c
0,5 L·ha ⁻¹	2,16 b	45,74 a	0,16 b	2,56 b
0,7 L·ha ⁻¹	2,40 a	50,96 a	0,18 a	3,04 a
1,0 L·ha ⁻¹	2,64 a	42,88 a	0,20 a	2,54 b
EE(x)±	0,09	1,82	0,008	0,093
CV (%)	22,09	21,78	23,75	25,68

Medias con letras desiguales en la misma columna difieren significativamente para $P \leq 0,05$.

y 21,14 g. La dosis 0,2 L·ha⁻¹ también superó al testigo significativamente ($P \leq 0,05$) en 8,25 g, respectivamente.

La mayor producción de biomasa seca a los 15 dds se alcanzó con la aplicación foliar de las dosis 0,7 y 1,0 L·ha⁻¹ de VIUSID Agro[®]. Los incrementos de estos tratamientos en relación al testigo fueron de 38,46 y 53,85%. La dosis 0,2 y 0,5 L·ha⁻¹ aunque más discreto, también tuvieron un comportamiento favorable con relación al testigo y lo superaron en un 15,38 y 23,08% (cuadro 3). En la evaluación final todos los tratamientos con el producto difirieron significativamente ($P \leq 0,05$) del testigo y entre ellos los incrementos respecto al no tratado (según el orden posicional en el cuadro 3) fueron de 0,49; 1,2; 1,68 y 1,18 g, respectivamente.

Al respecto, Catalysis (2016) planteó que el VIUSID Agro tiene en su composición varios elementos que influyeron positivamente el

had a favorable behavior in relation to the control and exceeded in a 15.38 and 23.08% (table 3). In the final evaluation, all treatments with the product differed significantly ($P \leq 0.05$) from the control, and the increments compared to the untreated (according to the positional order in table 3) were 0.49, 1.2, 1.68 and 1.18 g, respectively.

In this regard, Catalysis (2016) said that VIUSID Agro has in its composition several elements that positively influenced the growth of plants and therefore, in the increase of its fresh and dry biomass. The author mentioned pyridoxal, potassium phosphate, folic acid and amino acids such as glycine. In addition, the author attributed particular importance to the biocatalytic process of molecular activation that increased the effect of these components in the crops.

On the other hand, according to Gardner *et al.* (2003) total dry biomass production could be considered as

crecimiento de las plantas y por tanto, en el incremento de su biomasa fresca y seca. Mencionaron al Piridoxal, el fosfato potásico, el ácido fólico y aminoácidos como la glicina. Además, le atribuyeron particular importancia al proceso biocatalítico de activación molecular que incrementó el efecto de estos componentes, en los cultivos.

Por otra parte, según Gardner *et al.* (2003) la producción de biomasa seca total podría considerarse como un resultado de la eficiencia del follaje del cultivo en la intercepción y utilización de la radiación solar disponible durante el ciclo de crecimiento. Es este sentido, los tratamientos con el VIUSID Agro® tuvieron un mejor resultado con relación al testigo.

Peña *et al.* (2017a) estudiaron el efecto del VIUSID Agro® en varias hortalizas y encontraron resultados análogos a los obtenidos en esta investigación. Al aplicar obtuvieron incrementos en la biomasa de las plantas de remolacha (*Beta vulgaris* L.), lechuga (*Lactuca sativa* L.) y rábano.

La variable hojas por planta en la primera evaluación fue superior al testigo solamente con la variante 1,0 L·ha⁻¹ con un incremento con relación a este del 10,27% (cuadro 4). La variante con dosis de 0,5 L·ha⁻¹ no difirió significativamente ($P \leq 0,05$) del tratamiento 1,0 L·ha⁻¹ pero tampoco del testigo.

A los 30 días posteriores a la siembra el comportamiento más favorable lo alcanzaron las dosis de 0,7 y 1,0 L·ha⁻¹ ya que superaron al no tratado en 16,50 y 19,80% (cuadro 4). Las dosis de 0,2 y 0,5 L·ha⁻¹ también

a result of crop foliage efficiency in interception and utilization of available solar radiation during the growth cycle. In this sense, treatments with VIUSID Agro® had a better result compared to the control.

Peña *et al.* (2017a) studied the effect of VIUSID Agro® on several vegetables and found similar results to those obtained in this research. They obtained increments in the biomass of beet plants (*Beta vulgaris* L.), lettuce (*Lactuca sativa* L.) and radish.

The variable leaves per plant in the first evaluation was superior to the control only with the variant 1.0 L·ha⁻¹ with an increase of 10.27% (table 4). The variant with doses of 0.5 L·ha⁻¹ did not differ significantly ($P \leq 0.05$) from the treatment 1.0 L·ha⁻¹ neither from the control.

At 30 days after sowing, the most favorable behavior was reached by the doses of 0.7 and 1.0 L·ha⁻¹ as they exceeded the untreated in 16.50 and 19.80% (table 4). The doses of 0.2 and 0.5 L·ha⁻¹ also differed significantly ($P \leq 0.05$) from the control and the increase in relation to this was 11.06 and 13.37%. Peña *et al.* (2015a) found favorable results in the number of leaves per plant in the cultivation of anthuriums when applying foliar VIUSID Agro®.

The foliar area in the first evaluation was superior with treatments 0.7 and 1.0 L·ha⁻¹ and both did not differ significantly ($P \leq 0.05$) among them, in addition these exceeded the control in 33.83 and 31.33%. The dose of 0.5 L·ha⁻¹ had favorable behavior in relation to the untreated and did not differ from the higher dose (table

Cuadro 4. Efecto de los tratamientos en las hojas por planta y el área foliar a los 15 y 30 dds.**Table 4. Treatment effect on leaves per plant and foliar area at 15 and 30 dds.**

Tratamientos (Dosis VIUSID agro®)	Hojas por planta		Área foliar (cm ²)	
	15 (dds)	30 dds	15 dds	30 dds
Testigo	5,26 b	6,06 c	6,00 c	20,51 c
0,2 L·ha ⁻¹	5,60 b	6,73 b	6,35 c	28,23 c
0,5 L·ha ⁻¹	5,67 ab	6,87 b	6,92 b	41,23 b
0,7 L·ha ⁻¹	5,47 b	7,06 a	8,03 a	50,97 a
1,0 L·ha ⁻¹	5,8 a	7,26 a	7,88 ab	39,55 b
EE(x)±	0,09	0,12	0,12	1,79
CV (%)	15,10	15,21	23,38	22,82

Medias con letras desiguales en la misma columna difieren significativamente para $P \leq 0,05$.

difirieron significativamente ($P \leq 0,05$) del testigo y el incremento con relación a este fue de 11,06 y 13,37%. Peña *et al.* (2015a) encontraron resultados favorables el número de hojas por planta en el cultivo de anturios al aplicar foliar el VIUSID Agro®.

El área foliar en la primera evaluación fue superior con los tratamientos 0,7 y 1,0 L·ha⁻¹ ambos no difirieron significativamente ($P \leq 0,05$) entre ellos, además superaron al testigo en 33,83 y 31,33%. La dosis de 0,5 L·ha⁻¹ tuvo un comportamiento favorable en relación al no tratado y no difirió de la dosis mayor (cuadro 4) y la variante 0,2 L·ha⁻¹ no difirió significativamente del no tratado con VIUSID Agro®.

A los 30 días después de la siembra fue la dosis de 0,7 L·ha⁻¹ la de mejor comportamiento ya que difirió significativamente ($P \leq 0,05$) del resto de los tratamientos y superó al control en 30,46 cm. Las dosis de 0,5 y 1,0

4) and the variant 0.2 L·ha⁻¹ did not differ significantly from the untreated with VIUSID Agro®.

At 30 days after sowing the dose of 0.7 L·ha⁻¹ was applied and the one with the best behavior because it differed significantly ($P \leq 0.05$) from the rest of the treatments and exceeded the control in 30.46 cm. The doses of 0.5 and 1.0 L·ha⁻¹ had favorable behavior in relation to the control and exceeded it in 20.72 and 19.04 cm, respectively (table 4). The lower dose did not differ significantly from the control. This behavior was favorable because according to Cookson *et al.* (2005) the biomass increase of a plant was made from the expanded foliar area as a source of photoassimilate production.

In the equatorial diameter of the stem at 15 DDS (table 5) the best behavior was of variants with doses of 0.2 and 1.0 L·ha⁻¹. The doses of 0.5 and 0.7 L·ha⁻¹ also differed significantly from the control and exceeded in 36

L ha⁻¹ tuvieron un comportamiento favorable en relación al testigo y lo superaron en 20,72 y 19,04 cm, respectivamente (cuadro 4). La dosis menor no difirió significativamente del testigo. Este comportamiento fue favorable ya que según Cookson *et al.* (2005), el aumento de biomasa de un vegetal se realizó a partir del área foliar expandida como fuente de producción de fotoasimilados.

En el diámetro ecuatorial del tallo a los 15 dds (cuadro 5) el mejor comportamiento fue de las variantes con las dosis de 0,2 y 1,0 L ha⁻¹. Las dosis de 0,5 y 0,7 L ha⁻¹ también difirieron significativamente del testigo y lo superaron en 36 y 40%. Sin embargo, a los 30 días se observó que el mejor comportamiento fue alcanzado por las dosis de 0,7 y 1,0 L ha⁻¹ las que difirieron significativamente del testigo y lo superaron en 39,33 y 31,33%. La dosis de 0,5 L ha⁻¹ también tuvo un comportamiento favorable y superó al testigo en un 18,33%. La variante de 0,2 L ha⁻¹ no difirió significativamente del testigo.

En el diámetro polar a los 15 dds todas las variantes donde se usó el VIUSID Agro difirieron significativamente del testigo, los incrementos respecto estos fueron (por el orden ascendente de aparición en cuadro 5) de 16,21; 15,12; 14,57 y 15,66%. En la evaluación final (30 dds) todos los tratamientos donde se aplicó el promotor tuvieron diferencias estadísticas significativas ($P \leq 0,05$) con el testigo. La variante 0,2 L ha⁻¹ fue la del comportamiento menos favorable; sin embargo, superó al testigo en un 16,31%.

and 40%. However, at 30 days it was observed that the best behavior was achieved by the doses of 0.7 and 1.0 L ha⁻¹ which differed significantly from the control and exceeded in 39.33 and 31.33%. The dose of 0.5 L ha⁻¹ also had favorable behavior and surpassed the witness by 18.33%. The variant of 0.2 L ha⁻¹ did not differ significantly from the control.

In the polar diameter at 15 days, all the variants where the agro VIUSID was used differed significantly from the control; the increments were (by the ascending order of appearance in table 5) 16.21, 15.12, 14.57 and 15.66%. In the final evaluation (30 days) all the treatments where the promoter was applied had significant statistical differences ($P \leq 0.05$) with the control. The variant 0.2 L ha⁻¹ was the least favorable behavior; however, it overcame the witness in 16.31%.

The equatorial and polar diameter of the stem have been indicators of quality in the cultivation of radish (Rodríguez *et al.*, 2007) and are influenced by the characteristics of the variety, but the unfavorable environmental factors such as the high temperatures could negatively affect and cause deformations in the commercial object. Average temperatures during the experiment barely exceeded the optimal range for stem growth 16-17 °C (Huerres and Caraballo, 1996) and the average values of variables were within the range for the variety.

In this sense, similar results have been found in tropical conditions, Peña *et al.* (2017a) applied VIUSID Agro[®] in beet with the dose treatments

Cuadro 5. Efecto de los tratamientos en el diámetro ecuatorial y polar del tallo.**Table 5. Treatments effect of on the equatorial and polar diameter of the stem.**

Tratamientos (Dosis VIUSID agro®)	Diámetro ecuatorial (cm)		Diámetro Polar (cm)	
	15 (dds)	30 (dds)	15 (dds)	30 (dds)
Testigo	0,25 c	3,00 c	5,49 b	2,33 c
0,2 L·ha ⁻¹	0,47 a	3,06 c	6,38 a	2,71 b
0,5 L·ha ⁻¹	0,34 b	3,55 b	6,32 a	3,12 a
0,7 L·ha ⁻¹	0,35 b	4,18 a	6,29 a	3,39 a
1,0 L·ha ⁻¹	0,44 ab	3,94 ab	6,35 a	3,06 a
EE(x)±	0,05	0,08	0,22	0,06
CV (%)	28,31	20,62	21,44	19,19

Medias con letras desiguales en la misma columna difieren significativamente para $P \leq 0,05$.

El diámetro ecuatorial y polar del tallo han sido indicadores de calidad en el cultivo del rábano (Rodríguez *et al.*, 2007) están influenciados por las características de la variedad, pero los factores ambientales desfavorables como las altas temperaturas podrían incidir negativamente y provocar deformaciones en el objeto comercial. Las temperaturas medias durante el experimento apenas superaron el rango óptimo para el crecimiento del tallo 16-17 °C (Huerres y Caraballo, 1996) y los valores medios de las variables estuvieron dentro del rango para la variedad.

En este sentido, se han encontrado resultados similares en condiciones tropicales, Peña *et al.* (2017a) aplicaron VIUSID Agro® en remolacha con los tratamientos de dosis de 0,7 y 1,0 L·ha⁻¹ y superaron al testigo significativamente en 39,50 y 32,85% en el diámetro ecuatorial de la raíz

of 0.7 and 1.0 L·ha⁻¹ and exceeded the control significantly in 39.50 and 32.85% in the equatorial diameter of the root, and in 32.95 and 33.18% in the polar diameter. In the cultivation of radish only a report was found which assessed the effect of VIUSID Agro® on the equatorial and polar diameter of the stem, in the same Peña *et al.* (2017a) reported a favorable behavior of these indicators.

In the first evaluation of the fresh biomass of the stem (table 6) the treatment of 1.0 L·ha⁻¹ was the best behavior because it differed significantly ($P \leq 0.05$) from the rest of the variants. The dose of 0.7 L·ha⁻¹ also had statistical differences ($P \leq 0.05$) compared to the control. In the second evaluation, all the variants where the VIUSID Agro® was applied differed significantly ($P \leq 0.05$) from the control. The best behavior showed the dose of 0.7 L·ha⁻¹ with an increase compared

y en 32,95 y 33,18% en el diámetro polar. En el cultivo del rábano solo se encontró un reporte donde se evaluó el efecto del VIUSID Agro[®] sobre el diámetro ecuatorial y polar del tallo, en el mismo Peña *et al.* (2017a) reportaron un comportamiento favorable en estos indicadores.

En la biomasa fresca del tallo en la primera evaluación (cuadro 6) el tratamiento de 1,0 L·ha⁻¹ fue el de mejor comportamiento ya que difirió significativamente ($P \leq 0,05$) del resto de las variantes. La dosis de 0,7 L·ha⁻¹ también tuvo diferencias estadísticas ($P \leq 0,05$) respecto al testigo. En la segunda evaluación todas las variantes donde se aplicó el VIUSID Agro[®] difirieron significativamente ($P \leq 0,05$) del testigo. El mejor comportamiento lo mostró la dosis de 0,7 L·ha⁻¹ con un incremento respecto al no tratado de 15,02 g. Los incrementos del resto de las variantes (por el orden en que aparecen en el cuadro 6) fueron de 3,47; 10,09 y 12,01 g, respectivamente.

En la biomasa seca del tallo (cuadro 6) en la primera evaluación el mejor comportamiento fue de la dosis de 1,0 L·ha⁻¹ la que difirió significativamente ($P \leq 0,05$) del resto de los tratamientos. En la segunda evaluación fue el testigo el que alcanzó menor producción de biomasa seca significativamente inferior a los tratamientos con VIUSID Agro[®]. La variante con mejor comportamiento fue la dosis de 0,7 L·ha⁻¹ que superó significativamente ($P \leq 0,05$) al resto de los tratamientos, excepto la dosis de 1,0 L·ha⁻¹, tuvo un incremento en relación al no tratado de 0,93 g. Los demás tratamientos, también tuvieron

to the untreated of 15.02 g. The increments of the rest of the variants (in the order in which they appear in table 6) were 3.47, 10.09 and 12.01 g, respectively.

In the first evaluation of the dry biomass of the stem (table 6), the best behavior was the dose of 1.0 L·ha⁻¹ which differed significantly ($P \leq 0.05$) from the rest of the treatments. In the second evaluation it was the control that achieved lower dry biomass production, which was significantly lower than the treatments with VIUSID Agro[®]. The variant with better behavior was the dose of 0.7 L·ha⁻¹ which exceeded significantly ($P \leq 0.05$) to the rest of the treatments, except the dose of 1.0 L·ha⁻¹, which had an increase in relation to the untreated of 0.93 g. The other treatments also had significant increases ($P \leq 0.05$) in relation to the control of 0.31, 0.93 and 0.73 g, respectively.

Fresh and dry biomasses from the stem are important indicators as they directly influence agricultural yields. Other authors have reported beneficial effects of VIUSID Agro[®] on stem and reserving root biomass. In radish, Peña *et al.* (2017a) found a positive effect on the increase of fresh and dry biomass of the stem, and all treatments with the promoter significantly exceeded ($P \leq 0.05$) the control. These same authors also reported that the VIUSID Agro[®] benefited the biomass of the root in the cultivation of beet and achieved an increase with respect to the control with doses of 0.7 and 1.0 L·ha⁻¹ of 120 and 130 g, respectively.

Cuadro 6. Efecto de los tratamientos en la biomasa fresca y seca del tallo.
Table 6. Treatment effect on fresh and dry biomass of the stem.

Tratamientos (Dosis VIUSID agro®)	Biomasa fresca (g)		Biomasa seca (g)	
	15 (dds)	30 (dds)	15 (dds)	30 (dds)
Testigo	0,21 c	12,09 d	0,02 b	0,58 d
0,2 L·ha ⁻¹	0,23 bc	15,56 c	0,02 b	0,89 c
0,5 L·ha ⁻¹	0,23 bc	22,18 b	0,02 b	1,15 b
0,7 L·ha ⁻¹	0,27 b	27,11 a	0,02 b	1,51 a
1,0 L·ha ⁻¹	0,35 a	24,10 ab	0,03 a	1,31 ab
EE(x)±	0,02	0,97	0,001	0,05
CV (%)	24,0	22,94	23,0	29,45

Medias con letras desiguales en la misma columna difieren significativamente para $P \leq 0,05$.

incrementos significativos ($P \leq 0,05$) en relación al testigo de 0,31; 0,93 y 0,73 g, respectivamente.

La biomasa fresca y seca del tallo son indicadores importantes ya que influyen directamente en el rendimiento agrícola. Otros autores han reportado efectos beneficiosos del VIUSID Agro® en la biomasa del tallo y la raíz reservante. En rábano, Peña *et al.* (2017a) encontraron un efecto positivo en el incremento de la biomasa fresca y seca del tallo y todos los tratamientos con el promotor superaron significativamente ($P \leq 0,05$) al testigo. Estos mismos autores reportaron, además, que el VIUSID Agro® benefició la biomasa de la raíz en el cultivo de la remolacha y lograron un incremento respecto al testigo con las dosis de 0,7 y 1,0 L·ha⁻¹ de 120 y 130 g, respectivamente.

La figura 1 refleja cómo se encuentra distribuida la biomasa seca en follaje y tallos. Se observó que los tratamientos con dosis de 0,7 y 1,0 L·ha⁻¹ no difirieron entre ellos, pero sí lo

Figure 1 shows how the dry biomass is distributed in foliage and stems. It was observed that treatments with doses of 0.7 and 1.0 L·ha⁻¹ did not differ among them, but they did with the control and the doses of 0.2 and 0.5 L·ha⁻¹. This meant that when a dose equal to or greater than 0.7 L·ha⁻¹ of VIUSID Agro® was applied, the dry biomass of the foliage was significantly ($P \leq 0,05$) lower, and the dry biomass of the stems was higher in relation to the total dry biomass per plant than with the control treatment and the dose of 0.2 and 0.5 L·ha⁻¹. In addition, the ratio stem:leaf was significantly higher ($P \leq 0,05$) when the doses were applied from 0.7 to 1.0 L·ha⁻¹, however, with the rest of the variants with VIUSID Agro® the results were generally significantly ($P \leq 0,05$) superior to the control.

This behavior agreed with the one proposed by Costa *et al.* (2006) who stated that when leaves reached their maximum expansion, a reduction in the dry biomass of these crops began

hicieron del testigo y de las dosis de 0,2 y 0,5 L ha⁻¹. Esto significó que cuando se aplicó una dosis igual o superior a 0,7 L ha⁻¹ de VIUSID Agro[®] fue significativamente ($P \leq 0,05$) inferior la biomasa seca del follaje y mayor la de los tallos con relación a la biomasa seca total por planta que con el tratamiento testigo y la dosis de 0,2 y 0,5 L ha⁻¹. Además, la relación tallo:hoja fue superior significativamente ($P \leq 0,05$) cuando se aplicaron las dosis desde 0,7 a 1,0 L ha⁻¹ aunque con el resto de las variantes con VIUSID Agro[®] los resultados de manera general fueron significativamente ($P \leq 0,05$) superiores al testigo.

Este comportamiento coincidió con lo planteado con Costa *et al.* (2006) quienes afirmaron que cuando

in this type of crop and a direction of the photoassimilates occurred towards the plant's reserve stem. Different from what happens at the beginning of the cycle, where photoassimilates are preferably left in the leaves and the initial period is characterized as high leaf growth where the dry biomass of the leaves was higher (Aumonde *et al.*, 2011).

Guimarães *et al.* (2002) obtained that when relating the dry matter accumulation data of the aerial part with the accumulation of dry matter of the beet roots, there was a great initial investment in the aerial part for the establishment of the organs responsible for the source of photoassimilates. In addition, the dry biomass in the roots reached twice the

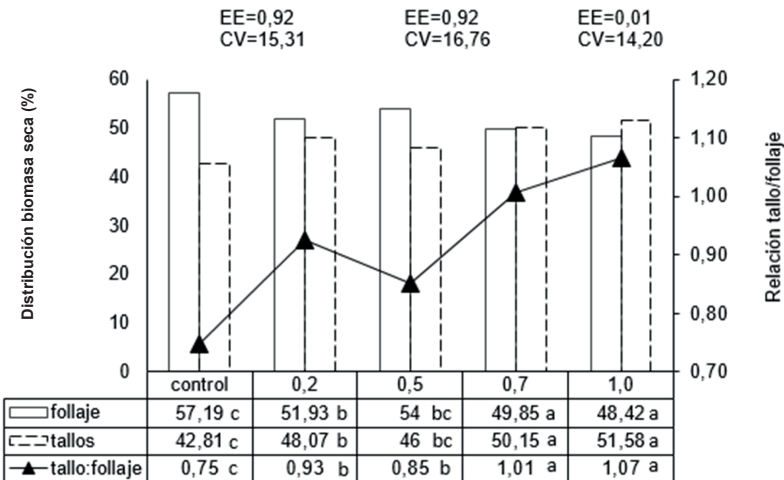


Figura 1. Efecto de los tratamientos en la distribución de la biomasa seca y la relación tallo follaje 30 después de la siembra. Medias con letras desiguales por variable difieren significativamente para $P \leq 0,05$.

Figure 1. Treatments effect on the distribution of dry biomass and stem foliage ratio 30 after sowing. Averages with uneven letters per variable differ significantly $P \leq 0.05$.

las hojas alcanzaron su máxima expansión, comenzó una reducción de la biomasa seca de las mismas en este tipo de cultivos y ocurrió un direccionamiento de los fotoasimilados hacia el tallo reservante de la planta. Diferente a lo que sucede al inicio del ciclo, donde los fotoasimilados se quedan preferentemente en las hojas y se caracteriza el período inicial como de gran crecimiento foliar donde la biomasa seca de las hojas fue superior (Aumonde *et al.*, 2011).

También Guimarães *et al.* (2002) obtuvieron que al relacionar los datos de acumulación de biomasa seca de la parte aérea con la acumulación de biomasa seca de las raíces de remolacha, verificaron que hubo una gran inversión inicial en la parte aérea, para el establecimiento de los órganos responsables de la fuente de fotoasimilados. Además, que la biomasa seca en las raíces alcanzó el doble de la biomasa seca de la parte aérea, al final del ciclo. Con el uso de este promotor del crecimiento se favoreció este comportamiento y la mayor distribución se alcanzó en las plantas tratadas con una mejor respuesta de las dosis a partir de 0,5 L·ha⁻¹, como fue mencionado anteriormente.

En el cuadro 7 se observa que el mejor comportamiento en la tasa absoluta de crecimiento (TAC) fue de la dosis de 0,7 L·ha⁻¹ con diferencias significativas ($P \leq 0,05$) con el resto de los tratamientos y un incremento en relación al testigo de 0,1087 g·día⁻¹. La variante mencionada tuvo una producción diaria de biomasa seca mayor que el testigo. Las dosis de

dry matter of the aerial part at the end of the cycle. With the use of this growth promoter, this behavior was favored and the higher distribution was reached in the treated plants with a better dose response from 0.5 L·ha⁻¹, as mentioned above.

In table 7 is observed that the best behavior in the absolute rate of growth (ARG) was the dose of 0.7 L·ha⁻¹ with significant differences ($P \leq 0.05$) with the rest of the treatments and an increase in relation to the control of 0.1087 g·day⁻¹. The variant mentioned had a dry biomass daily production greater than the control. Doses of 0.2; 0.5 and 1.0 L·ha⁻¹ also differed significantly ($P \leq 0.05$) from the control and the increase with respect to this was 0.0314, 0.0784 and 0.0739 g.

In table 7, the behavior of the net assimilation rate (NAR) is also related. The best results were achieved with the dose of 0.5 and 0.7 L·ha⁻¹, these differed significantly ($P \leq 0.05$) from the control and the variant with 0.2 L·ha⁻¹; the increments compared to the untreated with VIUSID Agro[®] were 7.0%. The treatments with lower and higher doses did not differ statistically among them or the control (table 7). This represented that the amount of dry biomass produced per unit of foliar surface in the time unit was significantly greater when the growth promoter was used with doses of 0.5 and 0.7 L·ha⁻¹, for a more suitable balance between photosynthesis and respiration.

According to Clavijo (1989) the NAR is an indicator of average photosynthetic efficiency, as it measures the net gain of assimilates

Cuadro 7. Efecto de los tratamientos en la tasa absoluta de crecimiento, la tasa de asimilación neta, tasa de crecimiento relativo y la razón de área foliar.

Table 7. Treatment effect on absolute growth rate, net assimilation rate, relative growth rate and leaf area ratio.

Tratamientos (Dosis VIUSID agro [®])	TAC (g.día ⁻¹)	TAN (g.cm ⁻² . día ⁻¹)	TCR (g.g ⁻¹ .día ⁻¹)	RAF (cm ² .g ⁻¹)
Testigo	0,0822 d	0,0063 b	0,1103 c	32,04 b
0,2 L·ha ⁻¹	0,1136 c	0,0066 b	0,1135 b	31,79 b
0,5 L·ha ⁻¹	0,1606 b	0,0068 a	0,1180 a	31,66 b
0,7 L·ha ⁻¹	0,1909 a	0,0068 a	0,1180 a	31,56 b
1,0 L·ha ⁻¹	0,1561 b	0,0067 ab	0,1135 b	28,21 a
EE(x)±	0,0052	0,0006	0,0008	0,70
CV (%)	26,43	20,30	6,06	19,33

Medias con letras desiguales en la misma columna difieren significativamente para $P \leq 0,05$.

0,2; 0,5 y 1,0 L·ha⁻¹ también difirieron significativamente ($P \leq 0,05$) del testigo y el incremento respecto a este fue de 0,0314; 0,0784 y 0,0739 g.

En el cuadro 7 se relaciona además el comportamiento de la tasa de asimilación neta (TAN). Los mejores resultados fueron alcanzados con la dosis de 0,5 y 0,7 L·ha⁻¹ estos difirieron significativamente ($P \leq 0,05$) del testigo y de la variante con 0,2 L·ha⁻¹, los incrementos respecto al no tratado con VIUSID Agro[®], fueron de 7,0%. Los tratamientos con menor y mayor dosis no difirieron estadísticamente entre ellos ni del testigo (cuadro 7). Esto representó que fue mayor significativamente la cantidad de biomasa seca producida por unidad de superficie foliar en la unidad de tiempo cuando se usó el promotor del crecimiento con dosis de 0,5 y 0,7 L·ha⁻¹, para un balance entre la fotosíntesis y la respiración más adecuado.

per unit of foliar area and per unit of time. Therefore, the plants treated with VIUSID Agro[®] with the aforementioned doses had a higher average photosynthetic efficiency.

In the relative growth rate (RGR) as shown in table 7, all treatments with VIUSID Agro[®] significantly exceeded the control. The most favorable behavior was achieved with the doses of 0.5 and 0.7 L·ha⁻¹ with significant differences compared to the rest of the treatments and an increase in relation to the control of 0.0077 g·cm⁻²·day⁻¹.

However, in the foliar area (RAF) treatments with doses of 0.2 and 0.5 L·ha⁻¹ were those with less favorable behavior without significant differences among them. Only the treatment with the highest dose differed significantly from the control. According to Gardner *et al.* (2003) this indicator is directly related to the chlorophyll level, and the plants

Además, según Clavijo (1989) la TAN es un indicador de la eficiencia fotosintética promedio, ya que mide la ganancia neta de asimilados por unidad de área foliar y por unidad de tiempo. Por lo que las plantas tratadas con VIUSID Agro[®] con las dosis mencionadas, tuvieron una mayor eficiencia fotosintética promedio.

En la tasa de crecimiento relativo (TCR) como se observa el cuadro 7, todos los tratamientos con VIUSID Agro[®] superaron significativamente al testigo. El comportamiento más favorable se alcanzó con las dosis de 0,5 y 0,7 L·ha⁻¹ con diferencias significativas respecto al resto de los tratamientos y un incremento en relación al testigo de 0,0077 g·cm⁻²·día⁻¹.

Sin embargo, en la razón del área foliar (RAF) los tratamientos con las dosis de 0,2 y 0,5 L·ha⁻¹ fueron los de comportamiento menos favorable sin diferencias significativas entre ellos, ni con el testigo. Solo el tratamiento con la dosis mayor difirió significativamente del testigo. Según Gardner *et al.* (2003) este indicador se encuentra relacionado directamente con el nivel de clorofila y las plantas con menor valor fueron las más eficientes. Lo que permitió inferir que el producto influyó positivamente en la eficiencia del tejido parenquimático clorofiloso solo con las dosis mayores.

Se observa en el cuadro 8 que en el índice de eficiencia foliar (IEF) el mejor comportamiento fue del tratamiento 1,0 L·ha⁻¹ con un incremento en relación al testigo de 20,68%. Las variantes de 0,2 0,5 y 0,7 L·ha⁻¹ no difirieron significativamente del testigo.

with the lowest value were the most efficient. This allows inferring that the product positively influenced the efficiency of the chlorophyll parenchymatous tissue only with the highest doses.

In table 8 is observed that in the foliar efficiency index (FEI) the best behavior corresponded to treatment 1.0 L·ha⁻¹ with an increase in relation to the control of 20.68%. The variants of 0.2, 0.5 and 0.7 L·ha⁻¹ did not differ significantly from the control.

This result showed that plants treated with VIUSID Agro[®] with doses of 1.0 L·ha⁻¹ were more efficient in producing useful or commercial dry biomass, since this indicator has been considered a harvest index that takes into account the active leaf surface.

In table 8 is observed that the highest doses were the ones with the best behavior in the harvest index (HI) since they did not differ among them, but they did differ from the control. The treatments 0.7 and 1.0 L·ha⁻¹ were more efficient than the control in a 17.15 and 20.49%. The doses of 0.2 and 0.5 L·ha⁻¹ also differed significantly from the control and exceeded it by 12.27 and 7.0%, respectively. This result meant that plants treated with VIUSID Agro[®] had a higher productive efficiency than the control.

In the agricultural yield, the best behavior was reached with the dose of 0.7 L·ha⁻¹ with significant differences in the rest of the variants and an increase in relation to the control of 0.63 kg·m⁻². The rest of the treatments also differed significantly from the control and exceeded it (according to

Cuadro 8. Efecto de los tratamientos en el índice de eficiencia foliar, el índice de cosecha y el rendimiento agrícola.**Table 8. Treatment effect on foliar efficiency index, harvest index and agricultural yield.**

Tratamientos (Dosis VIUSID agro [®])	IEF	IK	R (kg m ⁻²)
Testigo	0,0295 b	0,4281 b	0,63 e
0,2 L·ha ⁻¹	0,0322 b	0,4807 ab	0,75 d
0,5 L·ha ⁻¹	0,0298 b	0,4600 ab	1,06 c
0,7 L·ha ⁻¹	0,0321 b	0,5015 a	1,30 a
1,0 L·ha ⁻¹	0,0356 a	0,5158 a	1,15 b
EE(x)±	0,00116	0,009	0,047
CV (%)	23,33	16,67	22,55

Medias con letras desiguales en la misma columna difieren significativamente para $P \leq 0,05$.

IEF: índice de eficiencia foliar; IK: índice de cosecha, R: rendimiento agrícola.

Este resultado demostró que las plantas tratadas con VIUSID Agro[®] con dosis de 1,0 L·ha⁻¹ fueron más eficientes para producir biomasa seca útil o comercial, ya que este indicador ha sido considerado un índice de cosecha que toma en cuenta la superficie foliar activa.

Se observa en el cuadro 8 que fueron las dosis superiores la de mejor comportamiento en el índice de cosecha (IK) ya que no difirieron entre ellas, pero sí del testigo. Los tratamientos mencionados (0,7 y 1,0 L·ha⁻¹) fueron más eficientes que el testigo en un 17,15 y 20,49%. Las dosis de 0,2 y 0,5 L·ha⁻¹ también difirieron significativamente del testigo y lo superaron en un 12,27 y 7,0%, respectivamente. Este resultado significó que las plantas tratadas con VIUSID Agro[®] tuvieron una mayor eficiencia productiva que el tratamiento testigo.

En el rendimiento agrícola el mejor comportamiento se alcanzó con

the ascending order in table 8) 0.12, 0.43 and 0.52 kg·m⁻², respectively.

VIUSID Agro contains amino acids that are considered precursors and components of proteins which are important for the stimulation of the cell growth (Rai, 2002). They are also biostimulants and it is well known that applying formulations that contain them, causes positive effects on plant growth, on the yield and reduces the lesions caused by the abiotic stress (Kowalczyk and Zielony, 2008). Another important element in its composition is zinc, it has been reported that it intervenes in the curdling or filling of the fruits and in the growth of the plants. Several authors say that when Zn is applied alone or combined with other nutrients in agricultural formulations, favorable yields are obtained (Cakmak, 2008; Sawan *et al.*, 2008).

There are no reports of the use of VIUSID Agro[®] in radish in urban-

la dosis de 0,7 L·ha⁻¹ con diferencias significativas del resto de las variantes y un incremento con relación al testigo de 0,63 kg m⁻². El resto de los tratamientos también difirieron significativamente del testigo y lo superaron (según orden ascendente en el cuadro 8) 0,12; 0,43 y 0,52 kg m⁻², respectivamente.

El VIUSID Agro en su composición contiene, entre otros, aminoácidos que son considerados precursores y componentes de proteínas importantes para la estimulación del crecimiento celular (Rai, 2002). También son bioestimulantes y es bien conocido que aplicar formulaciones que los contengan, provoca efectos positivos en el crecimiento de la planta, en el rendimiento y reducen significativamente las lesiones causadas por el estrés abiótico (Kowalczyk y Zielony, 2008).

Otro elemento importante en su composición es el zinc, se ha reportado que interviene en el cuajado o llenado de los frutos y en el crecimiento de las plantas. Varios son los autores que afirman que cuando se aplica Zn solo o combinado con otros nutrientes en formulaciones de uso agrícola, se obtienen rendimientos favorables (Cakmak, 2008; Sawan *et al.*, 2008).

No existen reportes del uso del VIUSID Agro[®] en el rábano en condiciones de organoponía fuera de Cuba, pero se encontró que Peña *et al.* (2017a) con la aplicación foliar del producto tuvieron como resultado en el cultivo del rábano que dosis de 0,7 y 1,0 L·ha⁻¹, favorecieron significativamente el diámetro polar y ecuatorial del tallo, así como la biomasa fresca de la

garden conditions outside Cuba, but it was found that Peña *et al.* (2017a) with the foliar application of the product in the cultivation of radish with doses of 0.7 and 1.0 L·ha⁻¹, obtained positive results in the polar and equatorial diameter of the stem, as well as in the fresh biomass of the plant and the agricultural yield. Several investigations are reported that assert the effectiveness of the product in other crops. Peña *et al.* (2015a) obtained favorable results in the number of leaves per plant and the thickness and length of these, in the cultivation of *Anthurium*.

In addition, Peña *et al.* (2015c) when applying VIUSID Agro[®] in beans they obtained a better behavior in the variables related to the performance. In the grains per plant the best result was achieved with the weekly treatment, and achieved an increase in the yield of 1.8 t·ha⁻¹ compared to the control.

Peña *et al.* (2015b) when using this product and carrying out the immersion of the seeds in the cultivation of beans favored the germination and the vigor of the seedlings. They also achieved a positive effect in the yield increase of those treated with the product with respect to the control, of 19.61% only for immersion.

Other authors reported satisfactory results in several cultivations when VIUSID Agro[®] was used. The latter was stated by Quintana *et al.* (2015) in grass, Peña *et al.* (2016) in tomato (*S. lycopersicum*) and Meléndrez *et al.* (2016) in onion.

Additionally, Peña *et al.* (2017b) in bean cultivation obtained increments

planta y el rendimiento agrícola. Se reportan varias investigaciones que aseveran la efectividad del producto en otros cultivos. Peña *et al.* (2015a) obtuvieron resultados favorables en el número de hojas por planta y el grosor y longitud de estas, en el cultivo del anturio.

Además, en frijol Peña *et al.* (2015c) cuando aplicaron VIUSID Agro® obtuvieron un mejor comportamiento en las variables relacionadas con el rendimiento. En los granos por planta el mejor resultado lo alcanzaron con el tratamiento semanal y lograron un incremento del rendimiento de 1,8 t ha⁻¹ respecto al testigo.

Peña *et al.* (2015b) en el cultivo del frijol al usar este producto y realizar la inmersión de las semillas favorecieron la germinación y el vigor de las plántulas. Lograron igualmente un efecto positivo en el incremento del rendimiento de las tratadas con el producto respecto al testigo, de 19,61% solo por concepto de inmersión.

Otros autores reportaron resultados satisfactorios en varios cultivos cuando se usó el VIUSID Agro®. Así lo reflejaron Quintana *et al.* (2015) en la producción de pastos, Peña *et al.* (2016) en el cultivo del tomate (*S. lycopersicum*) y Meléndrez *et al.* (2016) en la cebolla.

Además, Peña *et al.* (2017b) en el cultivo del frijol obtuvieron incrementos en el rendimiento superiores al 50% cuando usó dosis de 0,8 L ha⁻¹. También Peña *et al.* (2017c) evaluaron este producto en diferentes variedades de frijol y obtuvieron incrementos del rendimiento agrícola en relación al testigo, con todas las

in the yield higher than 50% when using doses of 0.8 L·ha⁻¹. Also Peña *et al.* (2017c) evaluated this product in different bean varieties and obtained increases in agricultural yield in relation to the control, with all the variants of VIUSID in the evaluated varieties. Other authors such as Atta *et al.* (2017) in maize obtained satisfactory results in the yield when applying foliar VIUSID Agro.

Conclusions

The growth promoter VIUSID Agro® positively influenced the morpho-physiological indicators of radish crop. The most favorable behavior is obtained with the doses of 0.7 and 1.0 L·ha⁻¹. The foliar dose application of VIUSID Agro® favored the efficiency foliar and productive indexes, and the best result is achieved from the dose of 0.7 L·ha⁻¹. Agricultural yields are higher when the growth promoter is applied; and the best behavior is obtained with the dose of 0.7 L·ha⁻¹.

End of English version

variantes de VIUSID en las variedades evaluadas. Otros autores como Atta *et al.* (2017) en el cultivo del maíz tuvieron resultados satisfactorios en el incremento de los rendimientos al aplicar foliar el VIUSID Agro.

Conclusiones

El promotor del crecimiento VIUSID Agro® influye positivamente en los indicadores morfo-fisiológicos del cultivo de rábano. El comportamiento más favorable se obtiene con las dosis de 0,7 y 1,0 L ha⁻¹. La aplicación foliar de dosis de VIUSID Agro® favorece los índices de eficiencia foliar y productiva, el mejor resultado se logra a partir de la dosis de 0,7 L ha⁻¹. El rendimiento agrícola es superior al aplicar el promotor del crecimiento; el mejor comportamiento se obtiene con la dosis de 0,7 L ha⁻¹.

Literatura citada

- Atta, M.M.M., H.M. Abdel-Lattif and R. Absy. 2017. Influence of biostimulants supplement on maize yield and agronomic traits. *Biosci. Res.* 14(3):604-615.
- Aumonde, T.Z., N.F. Lopes, D.M. Moraes, R.M.N. Peil e T. Pedó. 2011. Análise de crescimento do híbrido de mini melancia Smile enxertada e não enxertada. *Rev Bras Biocienc.* 12(9):387-391.
- Cakmak, I. 2008. Enrichment of cereal grains with zinc: Agronomic or genetic biofortification? *Plant and Soil* 302(1):1-17.
- Camargo, G.A., L. Consoli, I.C.S. Lellis, J. Mieli and E.K. Sasaki. 2007. Bebidas naturais de frutas: Perpetivas de mercado, componentes funcionais e nutricionais. *Rev. Bioeng.* 1(2):179-205.
- Catalysis. 2016. VIUSID Agro, promotor del crecimiento. Disponible en: <http://www.catalysisagrovete.com>. Fecha de consulta: marzo 2017.
- Clavijo, J. 1989. Análisis de crecimiento en malezas. *Revista Comalfi* 15(2):12-16.
- Cookson, S.J., M. Van Lijsebettens and C. Granier. 2005. Correlation between leaf growth variables suggest intrinsic and early controls of leaf size in *Arabidopsis thaliana*. *Plant Cell Environ.* 28(11):1355-1366.
- Costa, C.C., C.D. Oliveira, C.J. Silva, P.C. Timossi e I.C. Leite. 2006. Crescimento, produtividade e qualidade de raízes de rabanete cultivadas sob diferentes fontes e doses de adubos orgânicos. *Hortic Bras.* 24(3):118-122.
- Coutinho, A.M., V. Orioli, Júnior, S.S. Cardoso e E.L.M. Coutinho. 2010. Produção de matéria seca e estado nutricional do rabanete em função da adubação nitrogenada e potássica. *Revista Núcleos* 7(02):105-114.
- Figueira, F.A.R. 2008. Novo manual de olericultura. Agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. (3rd Ed.). Vicosa-MG UFV, São Paulo, Brazil.
- Fuentes, F.E., E.E. Abreu, E. Fernández y M. Castellanos. 1999. Experimentación agrícola. La Habana, Cuba. Ed. Félix Varela. 225 p.
- Gardner, F.P., R.B. Pearce and R.L. Mitchell. 2003. *Physiology of crop plants*. Blackwell publishing company. Iowa. 326 p.
- Guimarães, V.F., M.M. Echer e K. Minami. 2002. Métodos de produção de mudas, distribuição de matéria seca e produtividade de plantas de beterraba. *Hortic Bras.* 20(2):505-509.
- Huerres, C. y N. Carballo. 1996. *Horticultura*. Editorial Pueblo y Educación. La Habana, Cuba. 193 p.
- Kowalczyk, K. and T. Zielony. 2008. Effect of aminoplant and asahi on yield and quality of lettuce grown on rockwool. *Conf. of biostimulators in modern agriculture*, 7-8 February, Warsaw, Poland.
- Martínez, M. de los A., M. Ceballos, M. Suris, L. Duarte y H. Baños. 2013. Áfidos y sus parasitoides en sistemas urbanos de producción de hortalizas en Cuba. *Rev. Colomb. Entomol.* 39(1):13-17.
- Meléndrez, J.F., K. Peña y M. Cristo. 2016. Efecto de tres dosis de VIUSID Agro®

- en el cultivo de cebolla (*Allium cepa* L.) en el municipio de Taguasco. Infociencia 20(3):1-12.
- MINITAB. 2003. Statistical software Minitab release 14.12.0. Pennsylvania, USA: Minitab Inc.
- Oliveira, R.A., F.A. Oliveira, J.F. Medeiros, V.F.L. Sousa e A.G. Freire. 2014. Interação entre salinidade e fósforo na cultura do rabanete. Rev. Ciênc. Agron. 41(4):519-526.
- ONE. 2016. Agricultura, ganadería, silvicultura y pesca. Producción agrícola por cultivos seleccionados. Edición 2017. 33 p.
- Peña, K., J.C. Rodríguez y J.F. Meléndrez. 2015a. Efecto de la aplicación de un promotor del crecimiento activado molecularmente en el cultivo de *Anthurium andreanum* Lind. Revista Granma Ciencia 19(2):1-12.
- Peña, K., J.C. Rodríguez y J.F. Meléndrez. 2015b. Efecto de un promotor del crecimiento activado molecularmente sobre la germinación y la producción de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). Infociencia 19(3):1-12.
- Peña, K., J.C. Rodríguez y M. Santana. 2015c. Comportamiento productivo del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) ante la aplicación de un promotor del crecimiento activado molecularmente. Revista Científica Avances 17(4):327-337.
- Peña, K., J.C. Rodríguez y J.F. Meléndrez. 2016. "El VIUSID Agro® una alternativa en el incremento de la producción de tomate (*Solanum lycopersicum* L.)", Revista Caribeña de Ciencias Sociales. Disponible en: <http://www.eumed.net/rev/caribe/2016/05/viusid.html>. Fecha de consulta: mayo 2017.
- Peña, K., J.C. Rodríguez, D. Olivera, J.F. Meléndrez, L. Rodríguez, R. Valdéz and L. Rodríguez. 2017a. Effects of growth promoter on different vegetable crops. Int. J. Develop. Res. 7(2):11737-11743.
- Peña, K., J.C. Rodríguez, M. Santana, D. Olivera, C.D. Valle and R. Dorta. 2017b. Effects of a growth promoter on bean (*Phaseolus vulgaris* L.) crops. Acta Agron. 66(3):360-366.
- Peña, K., J.C. Rodríguez y D. Olivera. 2017c. Efecto de un promotor del crecimiento en el comportamiento productivo del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). AIA. 21(1):35-45.
- Quintana, M., Y. Galdo, T. Cancio y V. Méndez. 2015. Efecto del estimulante natural VIUSID Agro® en la producción de biomasa forrajera de *Brachiaria* híbrido cv. mulato II. Agrot. Cub. 39(5):15-22.
- Rai, V.K. 2002. Role of amino acids in plant responses to stress. Biol. Plant. 45(2):471-478.
- Ramírez, R. y M. Pérez. 2006. Evaluación del potencial de los sólidos procedentes del tratamiento de aguas residuales para uso agrícola y su efecto sobre el cultivo de rábano rojo (*Raphanus sativus* L.). Rev. Fac. Nal. Agr. 59(2):3543-3556.
- Rodríguez, A., N. Companioni, E. Peña, P. Cañet, J. Fresneda, J. Estrada y R. Rey. 2007. Manual técnico para organopónico, huertos intensivos y organoponía semiprotegida. Sexta edición. La Habana. 184 p.
- Sawan, Z.M., H.M. Mahmoud and A.H. El-Guibali. 2008. Influence of potassium fertilization and foliar application of zinc and phosphorus on growth, yield components, yield and fiber properties of Egyptian cotton (*Gossypium barbadense* L.). J. Plant Ecol. 1(4):259-270.
- SPSS. 2006. Statistical Package for the Social Sciences (SPSS), version 15.0.1. Chicago, USA: SPSS Inc.